

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 52 498.3

**Anmeldetag:** 11. November 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 01 L, F 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Létang**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

DaimlerChrysler AG

Boegner

05.11.2003

## Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Aus der Patentschrift CH 310325 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit dem Gaswechsel dienenden Ventilen bekannt, bei welchem durch Öffnen eines zusätzlich vorhandenen Zusatzventils eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum einer Brennkraftmaschine und einer der Brennkraftmaschine zugeordneten Abgasleitung hergestellt wird. Das Zusatzventil wird im Bremsbetrieb der Brennkraftmaschine dauernd geöffnet, wodurch sich eine Bremswirkung ergibt. Auf diese Weise wird die beim Abbremsen des zugehörigen Kraftfahrzeugs aufgebrachte Bremsarbeit erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist demgegenüber, im Bedarfsfall den Wärmeeintrag in eine Abgasreinigungseinrichtung einer Brennkraftmaschine auf wirkungsvolle und apparativ einfache Weise zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass einer Abgasreinigungseinrichtung der Brennkraftmaschine Abgase aus der Abgasleitung zuführbar sind und zur Erhöhung des Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinrichtung das Zusatzauslassventil bei einem Betriebspunkt mit positiver Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine geöffnet wird. Dabei wird unter einem Betriebspunkt mit positiver Leistungsabgabe ein Betriebspunkt verstanden, bei welchem die Brennkraftmaschine mechanische Arbeit an eine zugeordnete Antriebseinheit abgibt, sich also im Zugbetrieb befindet.

Insbesondere bei nach dem Dieselprinzip arbeitenden Brennkraftmaschinen ist im unteren Teillastbereich häufig der Wärmeeintrag in die zugehörige Abgasreinigungseinrichtung so gering, dass diese nicht ihre bestimmungsgemäße Temperatur erreicht bzw. darunter absinkt. Gebräuchliche Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinrichtung umfassen häufig ansaugluftseitige Maßnahmen wie Androsselung oder verbrennungsseitige Maßnahmen wie Veränderung des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts. Diese Maßnahmen sind meist mit hohem apparativem Aufwand verbunden oder weisen andere Nachteile auf. Durch das erfindungsgemäße Öffnen des Zusatzventils im Zugbetrieb der Brennkraftmaschine wird der Abgasreinigungseinrichtung heißes komprimiertes Gas aus der Brennkammer zugeführt. Dadurch kann die Abgasreinigungseinrichtung aufgeheizt bzw. ihr Auskühlen verhindert werden. Apparativer Zusatzaufwand und Applikationsaufwand sind hierbei gering. Zudem wird der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine nur gering verschlechtert, so dass eine Aufheizung der Abgasreinigungseinrichtung nur mit einem geringen Kraftstoffmehrverbrauch verbunden ist. Es versteht sich, dass das Zusatzventil neben seiner erfindungsgemäßen Betätigung im Zugbetrieb der Brennkraftmaschine nach wie vor zur Verstärkung der Bremswirkung im Bremsbetrieb geöffnet werden kann.

In Ausgestaltung der Erfindung wird das Zusatzventil wenigstens im Bereich des oberen Totpunkts während des Kompressions takts und/oder des Expansionstakts geöffnet. Hierfür wird das Zusatzventil entsprechend getaktet betätigt. Damit wird sichergestellt, dass heißes Gas aus dem Brennraum der Abgasreinigungseinrichtung zugeführt wird. Vorzugsweise wird das Zusatzventil beim Zugbetrieb der Brennkraftmaschine jedoch für einen für den gewünschten Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung erforderlichen Zeitraum ständig geöffnet, d.h. bei einer nach dem Viertaktverfahren arbeitenden Brennkraftmaschine die gesamten vier Takte. Das der Abgasreinigungseinrichtung zugeführte heiße Gas kann bereits ganz oder teilweise am Brennvorgang im Brennraum teilgenommen haben oder es enthält noch brennbare Bestandteile, die in der Abgasreinigungseinrichtung unter Wärmefreisetzung oxidiert werden können.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird das Zusatzventil unterhalb eines vorgebbaren Lastpunktes im Teillastbereich der Brennkraftmaschine geöffnet. Oberhalb des vorgebbaren Lastpunkts der Brennkraftmaschine bleibt das Zusatzventil im Zugbetrieb der Brennkraftmaschine geschlossen. Dadurch wird sichergestellt, dass keine Überhitzung des Zusatzventils oder abgasführender Bauteile eintritt. Zur Regulierung des Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinrichtung im Teillastbereich kann vorgesehen sein, die Öffnungsweite des Zusatzventils in Abhängigkeit vom Lastpunkt der Brennkraftmaschine einzustellen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird das Zusatzventil unterhalb einer vorgebbaren Grenztemperatur der Abgasreinigungseinrichtung geöffnet. Hierzu ist es zweckmäßig, die Temperatur an einer oder mehreren Stellen in der Abgasreinigungseinrichtung messtechnisch oder modellmäßig zu ermitteln.

Die Betätigung des Zusatzventils erfolgt dann vorzugsweise in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur. Dabei ist es vorteilhaft, die Öffnungsweite bzw. den Hub des Zusatzventils in Abhängigkeit von der Temperatur einzustellen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird bei geöffnetem Zusatzventil der thermodynamische Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine durch eine Veränderung von Kraftstoffeinspritzparametern vermindert. Durch diese Maßnahme kann der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung zusätzlich verstärkt werden, da anstelle einer Abgabe mechanischer Energie Wärmeenergie freigesetzt wird. Unter einem Kraftstoffeinspritzparameter sind in diesem Zusammenhang insbesondere der Zeitpunkt, die Menge und/oder der Druck einer Kraftstoffeinspritzung zu verstehen. Insbesondere kann eine Verschiebung des Spritzbeginns einer Hauptkraftstoffeinspritzung zweckmäßig sein. Ebenfalls vorteilhaft ist die Durchführung einer Nacheinspritzung. Diese kann gegebenenfalls so durchgeführt werden, dass unverbrannte Kraftstoffbestandteile der Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird das Zusatzventil bei einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinrichtung geöffnet. Insbesondere bei der Regeneration eines der Abgasreinigungseinrichtung zugeordneten Partikelfilters sind hohe Temperaturen erforderlich. Die erfindungsgemäße Öffnung des Zusatzventils erleichtert die Erzielung der notwendigen hohen Temperaturen des Partikelfilters, gegebenenfalls als unterstützende Maßnahme zu weiteren temperatursteigernden Maßnahmen.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung veranschaulicht und werden nachfolgend beschrieben.

Die einzige Zeichnung zeigt schematisch einen Zylinder 1 einer Brennkraftmaschine mit einer Lufteinlassleitung 5 und einer Abgasauslassleitung 6, in welcher eine Abgasreinigungseinrichtung 10 angeordnet ist. Der Zylinder 1 weist ferner einen Zylinderkopf 4 auf, in welchem zur Durchführung des Gaswechsels ein Gaseinlassventil 7 und ein Gasauslassventil 8 angeordnet sind. Die Ventile 7, 8 sind hier in geschlossenem Zustand dargestellt. Entsprechend befindet sich ein Kolben 2 des Zylinders 1 in der Nähe seines oberen Totpunkts, wobei dem Zylinder 1 über die Lufteinlassleitung 5 zugeführte Verbrennungsluft im Brennraum 3 komprimiert wird.

Dem Zylinderkopf 4 ist ein Zusatzventil 9 zugeordnet, durch welches eine Öffnung zum Brennraum 3 derart freigegeben werden kann, dass eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum 3 und der Abgasauslassleitung 6 hergestellt wird. Das Zusatzventil 9 ist in der Zeichnung in geöffneter Stellung dargestellt, wobei in dieser Stellung beim Kompressionshub die im Brennraum 3 komprimierten Gase aus dem Brennraum 3 heraus über eine Verbindungsleitung 11 in die Abgasauslassleitung 6 hinein strömen können und weiter zur Abgasreinigungseinrichtung 6 geführt werden.

Es versteht sich, dass die Brennkraftmaschine über weitere hier nicht dargestellte Komponenten, wie beispielsweise einen Abgasturbolader oder eine Bremsklappe und dergleichen verfügen und insbesondere über mehrere gleichartige bzw. identische Zylinder aufweisen kann. Die Abgasreinigungseinrichtung 10 kann mehrere Komponenten, wie beispielsweise einen vorzugsweise motornah angeordneten Oxidationskatalysator und einen nachgeschalteten Partikelfilter aufweisen. Zusätzlich

oder alternativ kann ein SCR-Katalysator oder ein Stickoxid-Speicher-katalysator zur katalytischen Stickoxidreinigung vorgesehen sein.

Obschon die Erfindung bei unterschiedlichen Arten von Brennkraftmaschinen einsetzbar ist, wird im folgenden davon ausgegangen, dass es sich um einen Dieselmotor für Nutzfahrzeuge mit einer Kraftstoffdirekteinspritzung handelt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in der Zeichnung die Einspritzanlage nicht dargestellt. Bei dieser Art von Motoren besteht vorzugsweise eine erste Funktion des Zusatzventils 9 in einer Zusatzbremswirkung, die im Bremsbetrieb des Motors erreicht wird, wenn das Zusatzventil 9 zumindest bei einer Kolbenstellung im Bereich oberen Totpunkts während des Kompressionstaktes und/oder des Expansionstakts geöffnet wird. Dabei ist der Zylinder 1 vorzugsweise nicht befeuert. Da beim Kompressionstakt die Luft teilweise über das geöffnete Zusatzventil 9 in die Abgasauslassleitung 6 entweichen kann, wird verhindert, dass komprimierte Luft den Kolben 2 in seiner Bewegung nach unten beim nachfolgenden Expansionstakt unterstützt. Da dennoch Kompressionsarbeit verrichtet wird, ergibt sich insgesamt eine Bremswirkung.

Erfindungsgemäß ist das Zusatzventil 9 getrennt von den dem Gaswechsel dienenden Ventilen 7, 8 ansteuerbar und wird wie nachfolgend beschrieben, gegebenenfalls zusätzlich zum Bremsbetrieb bei einem Zugbetrieb des Motors mit positiver Leistungsabgabe geöffnet. Mit dieser zweiten Funktion des Zusatzventils kann der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung 10 erhöht werden.

Beim Zugbetrieb ist der Zylinder 1 befeuert und es entweichen beim Kompressionstakt über das geöffnete Zusatzventil und die Verbindungsleitung 11 heiße Verbrennungsgase in die Abgasaus-

lassleitung 6. Die heißen Verbrennungsabgase tragen Wärmeenergie in die Abgasreinigungseinrichtung 10 ein, wodurch diese aufgeheizt wird oder deren Abkühlung vermieden wird.

Dabei ist vorgesehen, das Zusatzventil 9 wenigstens dann zu öffnen, wenn der Kolben 2 sich im Kompressionstakt bzw. im Expansionsstakt im Bereich des oberen Totpunkts befindet. Besonders bevorzugt ist es, das Zusatzventil 9 während einer Vielzahl von Arbeitsspielen ununterbrochen geöffnet zu halten. Dadurch werden komplizierte Ansteuerungsmechanismen vermieden.

Insbesondere wenn ein ermäßigter Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung 10 erfolgen soll, könne weitere Betriebsweisen vorgesehen sein. Zum einen kann ein intermittierender Betrieb des Zusatzventils 9 vorgenommen werden, bei welchem das Zusatzventil 9 nicht bei jedem Arbeitsspiel geöffnet ist bzw. betätigt wird, sondern lediglich bei jedem vorgebbaren Vielfachen eines Arbeitsspiels. Bei einer mehrzylindigen Brennkraftmaschine kann es vorteilhaft sein, das Zusatzventil 9 nur bei einer vorgebbaren Teilmenge der Zylinder zu betätigen, während es bei den anderen Zylindern geschlossen bleibt. Die thermische Belastung des Zusatzventils 9 und der gasführenden Leitungen kann dabei insbesondere vermindert werden, wenn die Zylinder, bei denen das Zusatzventil 9 betätigt wird reihum zyklisch in einer vorgebbaren Reihenfolge durchgeschaltet werden.

Ferner kann der Einsatz einer Regelung vorgesehen werden, die eine gesteuerte oder geregelte getaktete Betätigung des Zusatzventils 9 ermöglicht. Die Taktung kann sich am Brennraumdruck und/oder an der Temperatur der Gase im Brennraum 3 orientieren. Das Zusatzventil 9 wird in diesem Fall beispielsweise bei einer Kurbelwinkelposition geöffnet, bei wel-



cher der Brennraumdruck bzw. die Brennraumtemperatur einen vorgebbaren Wert überschreitet. Damit kann erreicht werden, dass mit den aus den Brennraum entweichenden Gasen ein optimaler Heizeffekt erzielt wird. Das Schließen des Zusatzventils 9 erfolgt vorzugsweise wenn das Gasauslassventil 8 öffnet. Ebenfalls möglich ist es, das Zusatzventil während der gesamten Öffnungsphase des Gasauslassventils geöffnet zu lassen.

Um eine thermische Überlastung des Zusatzventils 9 und der gasführenden Leitungen 6, 11 zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn die Öffnung des Zusatzventils 9 im Zugbetrieb des Motors auf den Teillastbereich beschränkt wird. Vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang ferner, wenn oberhalb einer vorgebbaren Grenzlast des Motors über eine geeignete, hier nicht dargestellte Steuerung die Öffnung des Zusatzventils 9 unterbunden wird oder die Öffnungszeit auf eine lastabhängige Zeit begrenzt wird. Unterhalb dieser Grenzlast wird eine Öffnung des Zusatzventils 9 gegebenenfalls lastabhängig durchgeführt.

Dabei ist es außerdem vorteilhaft, die Öffnung des Zusatzventils 9 von weiteren Bedingungen abhängig zu machen. Das Zusatzventil 9 bleibt dann solange geöffnet, wie die entsprechenden Bedingungen vorliegen. Insbesondere kann vorgesehen sein, die Öffnung des Zusatzventils 9 von einer Temperatur in der Abgasreinigungseinrichtung 10 abhängig zu machen. Hierzu ist es vorteilhaft, durch nicht näher dargestellte Temperaturfühler die Temperatur in der Abgasreinigungseinrichtung 10 zu erfassen. Die Ermittlung von Temperaturen in der Abgasreinigungseinrichtung 10 durch eine rechnerische Modellierung ist ebenfalls möglich. Je nach Ausführung der Abgasreinigungseinrichtung 10 und Betriebszustand können für das Öffnen des Zusatzventils 9 verschiedene Temperaturwerte maßgebend

sein. Bei einem Normalbetrieb kann beispielsweise das Unterschreiten der sogenannten Anspringtemperatur eines Katalysators als Kriterium zur Öffnung des Zusatzventils 9 maßgebend sein.

Umfasst die Abgasreinigungseinrichtung 10 einen Partikelfilter, so kann für eine thermische Partikelfilterregeneration durch Rußabbrand eine im Bereich des Partikelfilters ermittelte Temperatur als Kriterium zur Öffnung des Zusatzventils 9 maßgebend sein. Dabei versteht sich, dass die genannten oder zusätzliche Kriterien auch gemeinsam für die Entscheidung über das Öffnen des Zusatzventils 9 im Zugbetrieb des Motors herangezogen werden können.

Weiterhin ist es vorteilhaft, die Öffnungsweite bzw. den Hub des Zusatzventils 9 variabel auszuführen. Dadurch kann das Zusatzventil 9 je nach Betriebszustand mehr oder weniger stark geöffnet werden und somit der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung 10 bedarfsgerecht oder situationsgerecht reguliert werden. Vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang, die Öffnungsweite des Zusatzventils 9 in Abhängigkeit von der Motorlast und/oder vom Ausmaß der Unterschreitung einer Solltemperatur in der Abgasreinigungseinrichtung 10 zu regulieren.

Es versteht sich, dass gegebenenfalls zusätzlich zu dem durch Öffnen des Zusatzventils 9 bewirkten erhöhten Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinrichtung 10 weitere Maßnahmen ergriffen werden können, um die Temperatur der Abgasreinigungseinrichtung 10 zu erhöhen oder zu halten. Insbesondere kann es beispielsweise bei einem erhöhten Wärmebedarf vorgesehen sein, die Kraftstoffeinspritzparameter im Sinne eines erhöhten Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinrichtung 10 zu ändern.

Ferner kann über ein Öffnen des Zusatzventils 9 die Zusammensetzung des der Abgasreinigungseinrichtung 10 zugeführten Abgases beeinflusst werden. Beispielsweise ist es möglich, dass unverbrannte Kraftstoffbestandteile der Abgasreinigungseinrichtung 10 zugeführt werden, wo diese oxidiert werden können und dabei zusätzlich Wärme freisetzen. Weiter ist es möglich, den Stickoxidgehalt des Abgases zu beeinflussen. Es kann vorteilhaft sein, wenn durch Öffnen des Zusatzventils 9 auf die Verbrennung im Sinne einer erhöhten Stickoxidproduktion Einfluss genommen wird, was gegebenenfalls durch weitere motorische Maßnahmen unterstützt werden kann. Die vermehrt im Abgas vorhandenen Stickoxide können in einem Oxidationskatalysator der Abgasreinigungseinrichtung 10 zu Stickstoffdioxid oxidiert werden und auf diese Weise ein Rußpartikelabbrand in einem nachgeschalteten Partikelfilter verbessert werden. In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, die Temperatur des Oxidationskatalysators durch eine Betätigung des Zusatzventils 9 in einem Bereich für optimale Stickoxidoxidation zu halten.

Vorzugsweise ist das Zusatzventil 9 hochwarmfest ausgeführt, um einer erhöhten Wärmebelastung standzuhalten. Um diese zu begrenzen, kann es vorgesehen sein, die Temperatur im Zylinderkopf 4 im Bereich des Zusatzventils 10 zu erfassen und bei Überschreitung einer vorgebbaren oberen Temperaturschwelle das Zusatzventil 9 zu Schließen, bzw. dessen Öffnung zu verbieten.

DaimlerChrysler AG

Boegner

05.11.2003

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Abgasleitung (6), einem Brennraum (3) mit einem dem Brennraum (3) zugeordneten
  - dem Gaswechsel dienenden Gaseinlassventil (7) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum (3) hinein,
  - dem Gaswechsel dienenden Gasauslassventil (8) zum Auslassen von Verbrennungsabgasen aus dem Brennraum (3) in die Abgasleitung (6) hinein und
  - einem Zusatzauslassventil (9), durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum (3) und der Abgasleitung (6) hergestellt ist,dadurch gekennzeichnet,  
dass einer Abgasreinigungseinrichtung (10) der Brennkraftmaschine Abgase aus der Abgasleitung (6) zuführbar sind und zur Erhöhung des Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinrichtung (10) das Zusatzauslassventil (9) bei einem Betriebspunkt mit positiver Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine geöffnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Zusatzventil (9) wenigstens im Bereich des obo-

ren Totpunkts während des Kompressionstakts und/oder des Expansionstakts geöffnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Zusatzventil (9) unterhalb eines vorgebbaren Lastpunktes im Teillastbereich der Brennkraftmaschine geöffnet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Zusatzventil (9) unterhalb einer vorgebbaren Grenztemperatur der Abgasreinigungseinrichtung (10) geöffnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei geöffnetem Zusatzventil (9) der thermodynamische Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine durch eine Veränderung von Kraftstoffeinspritzparametern vermindert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Zusatzventil (9) bei einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinrichtung (10) geöffnet wird.

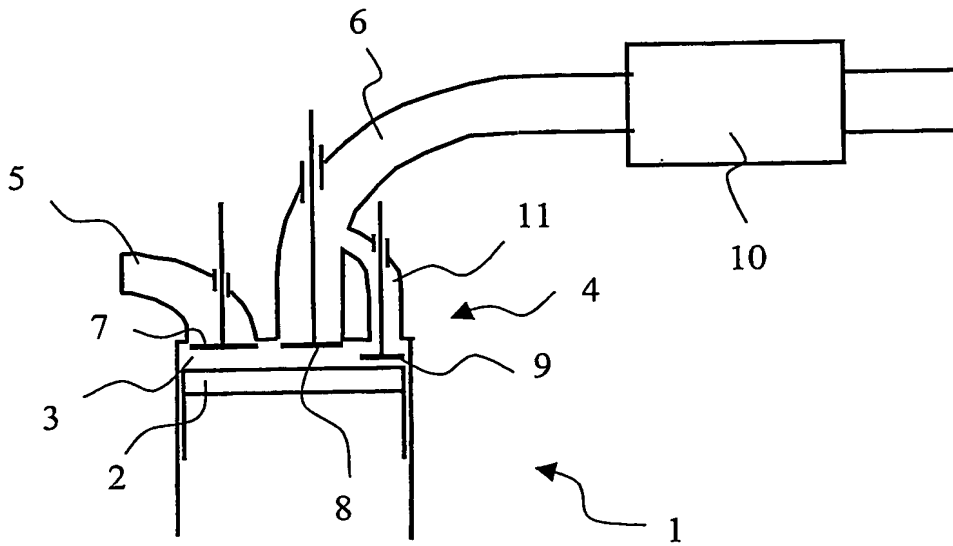


Fig.

DaimlerChrysler AG

Boegner

05.11.2003

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine.

Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Abgasleitung (6), einem Brennraum (3) und dem Gaswechsel dienenden Gaswechselventilen (7, 8) vorgeschlagen, bei welchem durch ein Zusatzventil (9) in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum (3) und der Abgasleitung (6) hergestellt ist.

Erfindungsgemäß wird zur Erhöhung des Wärmeeintrags in eine Abgasreinigungseinrichtung (10) das Zusatzauslassventil (9) bei einem Betriebspunkt mit positiver Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine geöffnet.

(Fig.)

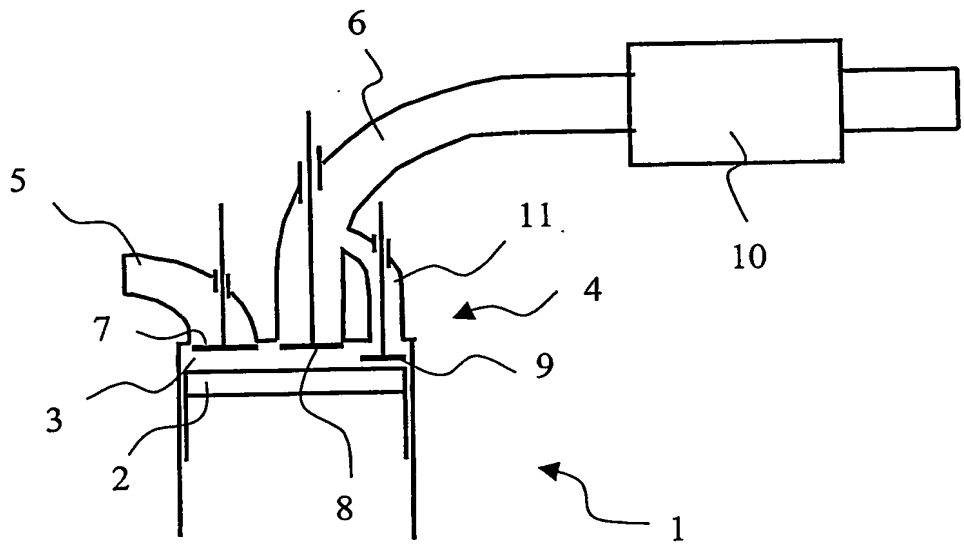


Fig.